

# VU Research Portal

## Fokkers "greep in de verte"; Nederlandse fysica en filosofie in het interbellum

Eigner, G.C.; van Lunteren, F.H.

### ***published in***

Gewina: tijdschrift voor de geschiedenis der geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek  
2003

### ***document version***

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### ***citation for published version (APA)***

Eigner, G. C., & van Lunteren, F. H. (2003). Fokkers "greep in de verte"; Nederlandse fysica en filosofie in het interbellum. *Gewina: tijdschrift voor de geschiedenis der geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek*, 26, 1-21.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

# FOKKERS 'GREEP IN DE VERTE' NEDERLANDSE FYSICA EN FILOSOFIE IN HET INTERBELLUM

KAI DE JONG\* EN FRANS VAN LUNTEREN\*\*

Nederlanders hebben de naam een onfilosofisch volk te zijn. In de grote geschiedenis van de wijsbegeerte zijn de belangrijke Nederlandse bijdragen op de vingers van één hand te tellen ... Binnen het domein van de natuurwetenschappen heeft een filosofische benadering van wetenschap en werkelijkheid ook nooit een hoge status gehad. Het zoeken naar een omvattende visie op de werkelijkheid en een wijsgerige doordenking van de resultaten van de natuurwetenschap maken geen centraal onderdeel uit van de Nederlandse intellectuele traditie. En een actief onderzoeker die tegelijk filosoof is en de filosofische implicaties van zijn werk doordenkt, is al helemaal een bijna on-Nederlandse verschijning.<sup>1</sup>

Als er waarheid schuilt in Van Berkels karakterisering van de Nederlandse wetenschap door de eeuwen heen, dan lijkt de periode tussen de beide wereldoorlogen zich aan de gesignaleerde wetmatigheid te onttrekken. Van Berkel verwijst zelf naar de fysicus Jacob Clay 'als spreekwoordelijke uitzondering die de regel bevestigt'. Deze volgeling van Bolland werd zowel in filosofische als fysische kringen gewaardeerd om de wijze waarop hij tijdens het interbellum natuurwetenschap en filosofie met elkaar wist te verbinden. Nadere beschouwing van de Nederlandse fysica in deze periode leert echter dat Clay allerm minst een uitzondering was. Veel fysici van zijn generatie toonden belangstelling voor filosofische vraagstukken, veelal in relatie tot het eigen vakgebied. Zo werd het causaliteitsbegrip aan uitvoerige analyses onderworpen. Sommige natuurkundigen keerden zich uitdrukkelijk tegen traditionele invullingen van dit begrip en beriepen zich daarbij op zowel fysische als buitenfysische argumenten.

De houding van deze fysici vertoont een opmerkelijke gelijkenis met die van contemporaine Duitse wetenschappers, zoals beschreven door de Amerikaanse wetenschapshistoricus Forman.<sup>2</sup> Forman karakteriseert deze houding als een defensieve reactie op een vijandig cultureel klimaat, ontstaan na het verlies van de Eerste Wereldoorlog. In een poging om het imago van hun vakgebied te verbeteren, zouden natuurkundigen getracht hebben niet alleen het beeld van hun wetenschap, maar zelfs de inhoud ervan aan te passen aan de levensfilosofische waarden die gekoesterd werden door de culturele elites in de Weimarpubliek. Deze accommodatie bracht met zich mee dat fysici het heersende

\*Faculteit der Wijsbegeerte, Vrije Universiteit, De Boelelaan 1105, 1081 HV Amsterdam, G.C.de.Jong@ph.vu.nl.

\*\* Instituut voor Geschiedenis en Grondslagen van de Natuurwetenschappen, Universiteit Utrecht en Afdeling Algemene Vorming, Faculteit der Exacte Wetenschappen, Vrije Universiteit.

1 K. van Berkel, *Citaten uit het boek der natuur* (Amsterdam 1998) 241.

2 P. Forman, 'Weimar culture, causality, and quantum theory, 1918-1927. Adaptation by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment', *Historical Studies in the Physical Sciences* 3 (1971) 1-115.

gevoel van een politieke en culturele crisis projecteerden op hun eigen discipline. Dit ging gepaard met een verwachting van – en oproep tot – radicale veranderingen in de grondslagen van de fysica, in het bijzonder het opgeven van klassiek determinisme.

Formans inmiddels klassieke these heeft zowel bijval als kritiek geoogst. Met name de suggestie dat de (indeterministische) quantumtheorie gezien kan worden als een uitvloeisel van een mentale omslag onder Duitse fysici ging sommige critici te ver. Ook is wel gewezen op vakinhoudelijke redenen voor de groeiende scepsis ten aanzien van determinisme binnen met name de atoomfysica.<sup>3</sup> Forman zag in dergelijke inhoudelijke factoren geen afdoende verklaring, temeer daar de door hem beschouwde fysici op dit punt weinig eensgezindheid vertoonden. Voor zover zij hun twijfels over causaliteit in verband brachten met problemen binnen de atoomtheorie, ging het hier doorgaans niet om één en hetzelfde probleem.<sup>4</sup> Dit verweer heeft echter niet alle critici overtuigd en de verdeeldheid over Formans claims duurt dan ook voort tot op de dag van vandaag.

Het is mede daarom interessant om na te gaan *of en hoe* Nederlandse fysici hun opvattingen over causaliteit vakinhoudelijk motiveerden. Evenzo dringt de vraag zich op of er in het gedachtegoed van de Nederlandse fysici eveneens sprake was van levensfilosofische leidmotieven en, zo ja, in hoeverre die een weerspiegeling vormden van culturele of maatschappelijke ontwikkelingen in Nederland. Het is niet de bedoeling om deze veelomvattende thematiek hier uitputtend te behandelen. Deze verkennende bijdrage richt zich in de eerste plaats op de fysisch-filosofische opvattingen van de Nederlandse natuurkundige Adriaan Daniël Fokker. Deze keuze hangt samen met het feit dat Fokker, meer dan enig ander in zijn tijd, zijn wijsgerige en natuurkundige opvattingen integreerde tot een origineel en samenhangend fysisch wereldbeeld. Dit wereldbeeld komt nadrukkelijk aan de orde in de recente studie van Klomp over de receptie van de relativiteitstheorie in Nederland. Zoals ook Klomp laat zien hing Fokkers visie op het causaliteitsvraagstuk nauw samen met dit wereldbeeld.<sup>5</sup> Op het eerste gezicht was hier primair sprake van een nogal eigenzinnige interpretatie van de toen opgang makende relativiteitstheorie. Maar zoals we zullen zien, hadden Fokkers opvattingen tevens vergaande theorie-inhoudelijke consequenties.

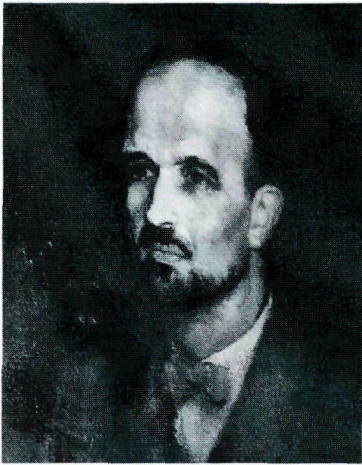
Mocht Fokker in deze opzichten een bijzondere positie bekleden in de Nederlandse fysica, dat betrof dan zeker niet zijn behoefte om de wetenschap van zijn tijd te rijmen met levensbeschouwelijke visies en waarden. Hoewel zijn wereldbeeld primair gegrond was in exacte fysische theorieën, vertoonde het een aantal kenmerken die het etiket 'levensfilosofisch' lijken te rechtvaardigen. Om Fokkers gedachtegoed beter te kunnen duiden en om aannemelijk te maken dat het hier niet ging om een uitzonderlijke preoccupatie zal ook enige aandacht worden besteed aan enkele tijdgenoten. Tenslotte zal worden getracht om de filosofische interesses van Nederlandse wetenschappers in het interbellum in een bredere context te plaatsen, en dat brengt ons uiteindelijk weer terug op de Formanthese.

3 Zie met name J. Hendry, 'Weimar culture and quantum causality', *History of Science* 18 (1980) 155-180.

4 Forman (n. 2), 'Weimar culture', 62.

5 Een groot aantal elementen in dit artikel – Fokkers interpretatie van de relativiteitstheorie, Fokker en Kohnstamms verwerping van causaliteit, het naoorlogse cultuurpessimisme en de Formanthese – komt eveneens aan de orde in H.A. Klomp, *De relativiteitstheorie in Nederland. Breekijzer voor democratisering in het interbellum* (Utrecht 1997) m.n. 9-13, 51-61, 86-87. Merkwaardig genoeg verzuimt Klomp om deze elementen met elkaar te verbinden. De Formanthese wordt in de inleiding kort aangestipt en onmiddellijk terzijde geschoven. Klomps eigen invalshoek is bovenal een politieke. Zie voor een uitgebreide bespreking van dit boek met nadruk op deze aspecten: F. van Lunteren, 'Natuurkunde en democratie', *Gewina* 21 (1998) 100-103.





Adriaan Daniël Fokker

#### *Relativiteit en holisme*

Adriaan Daniël Fokker studeerde na een kort verblijf aan de Delftse Polytechnische School natuurkunde in Leiden. In oktober 1913 promoveerde hij bij Lorentz op een dissertatie getiteld *Over Brown'sche bewegingen in het stralingsveld*. Het jaar daarop bracht hij door bij Einstein in Zwitserland en bij Rutherford en Bragg in Engeland. Na enkele jaren van mobilisatie tijdens de daaropvolgende oorlog werkte hij als assistent bij Lorentz en Ehrenfest. Zijn groeiende reputatie resulteerde in 1923 in een hoogleraarschap in de theoretische en toegepaste natuurkunde in Delft aan – inmiddels – de Technische Hogeschool. Vier jaar later verruilde hij deze positie voor die van conservator van het natuurkundig kabinet van Teyler's Stichting te Haarlem. Daarmee werd hij wederom medewerker van Lorentz. Na diens overlijden in 1928 volgde hij Lorentz op als curator van Teyler's natuurkundig kabinet en tevens als bijzonder hoogleraar in de natuurkunde in Leiden.<sup>6</sup>

Tijdens zijn winterse verblijf in Zürich werkte Fokker nauw samen met Einstein aan diens algemene relativiteitstheorie. Zoals we zullen zien was het vooral deze theorie die zijn latere fysische wereldbeeld in belangrijke mate zou gaan bepalen. Maar het is niet juist om zijn latere denkbeelden uitsluitend toe te schrijven aan de invloed van Einstein. Enerzijds verschillen zijn fysische opvattingen in een aantal opzichten sterk van die van Einstein, anderzijds gaf hij al in zijn proefschrift blijk van een afwijkende en filosofische kijk op de fysica. Het is wellicht veelzeggend dat hij in het voorwoord van zijn dissertatie niet alleen Lorentz en Ehrenfest, de hoogleraren theoretische fysica, maar tevens de filosoof Bolland bedankte. Daarmee hebben we één van de wortels van zijn wijsgerige belangstelling blootgelegd. De dissertatie zelf begint met een hoofdstuk met 'algemene beschouwingen'. Hierin beschrijft hij de wijze van kennisverwerving, waarbij hij met name de rol van het geheugen benadrukt, en de status van theoretische concepten als het

6 H.A.M. Snelders, 'Fokker, Adriaan Daniël (1887-1972)', *Biografische woordenboek van Nederland* dl. 3 (Den Haag 1989); M. van Hoorn, 'The physical laboratory of the Teyler Foundation (Haarlem) under professor H.A. Lorentz, 1909-1928', *Bulletin of the Scientific Instrument Society* 59 (1998).



krachtbegrip, dat hij karakteriseert als een nuttige 'fictie'. Einsteins relativiteitstheorie ziet hij als een copernicaanse omwenteling en de relativiteit van gelijktijdigheid omarmt hij als een 'bevrijdende' gedachte.<sup>7</sup>

Het is opvallend dat Fokker openlijk de theorie van Einstein verkiest boven die van zijn promotor. Vermoedelijk manifesteerde zich hier de invloed van Ehrenfest. Bolland zou een jaar later de staf breken over de nieuwe ontwikkelingen in de fysica.<sup>8</sup> Meest opmerkelijk in de dissertatie zijn echter twee stellingen, die we aan het eind van de dissertatie vinden: 'De zwaarigheid, waarop men zou kunnen stuiten als men tracht zich voor te stellen, zonder aetherhypothese, dat het licht van bewegende lichamen afkomstig, zich met dezelfde snelheid voortplant als dat van een stilstaande lichtbron, is het gevolg van toekennen van reëel bestaan aan het "uitgezonden licht"', en 'De betekenis, die in de natuurkunde aan het woord causaliteit gehecht wordt, is bezig te veranderen.' Deze stellingen kondigden de richting aan die Fokker zou kiezen in zijn filosofische benadering van de fysica.

Fokker ontpopte zich hier te lande als een van de voornaamste propagandisten van Einsteins speciale relativiteitstheorie. Deze theorie brak met een aantal traditionele noties uit de klassieke fysica, zoals de ether en absolute ruimte en tijd. Waar Lorentz, en met hem veel andere Nederlandse fysici, vast bleven houden aan deze klassieke voorstellingen, was Fokker al snel gewonnen voor Einsteins ideeën. In Einsteins latere pogingen zijn theorie van 1905 te generaliseren, maakte hij gebruik van een gevolgtrekking die de wiskundige Minkowski aan Einsteins vroege werk verbonden had. Volgens Minkowski was het onjuist om ruimte en tijd te beschouwen als op zich staande elementen; zij verbonden zich op onlosmakelijke wijze in een vierdimensionaal universum. De aanwezigheid van materie veroorzaakt volgens Einsteins algemene relativiteitstheorie een kromming in deze vierdimensionale tijdruimte, hetgeen zich manifesteert in de beweging van andere materiële lichamen.

Fokker was onder de indruk van deze ideeën, maar gaf er een eigen draai aan. Zo suggereerde hij in een Leidse voordracht in 1914 dat materie zelf niets anders was dan een meetkundige grootheid. In zijn Delftse oratie van 1923 ontnam hij de materie wederom haar realiteitsaanspraken. Het atoom was in wezen 'niet een bestaand voorwerp, een ding maar een gebeurtenis, een ... voorval'.<sup>9</sup> Gebeurtenissen waren voor Fokker wezenlijker dan concrete objecten. In een eerder gehouden voordracht voor het Haagse genootschap *Diligentia* karakteriseerde hij de 'buitenwereld' als 'een historie, vol van gebeurtenissen, niets dan gebeurtenis. Waar er maar een stukje werkelijkheid is, het is een werkelijkheid van voorvallen. Het een het ander beïnvloedende, elkander opvolgende, elkander voortbrengende, door schakels van oorzaak en gevolg met elkander verbonden'.<sup>10</sup>

De wereld vormt volgens Fokker één samenhangend vierdimensionaal geheel. De gebeurtenissen die wij waarnemen, plaatsen we in door onszelf geconstrueerde ruimte- en tijdschema's, maar die corresponderen niet met een directe ervaring. Net zoals we uit de tweedimensionale beelden van elk der ogen een driedimensionaal beeld samenstellen, zo beleven we ook datgene wat we op twee ogenblikken na elkaar zien, als een vierdimensiona-

7 A.D. Fokker, *Over Brown'sche bewegingen in het stralingsveld en waarschijnlijkheids-beschouwingen in de stralingstheorie* (Leiden 1913) 1-19.

8 Klomp (n. 5), *De relativiteitstheorie in Nederland*, 41, 64.

9 A.D. Fokker, *Moderne natuurkunde en techniek*, inaugurele rede Delft (Eindhoven 1923) 12.

10 A.D. Fokker, 'Grepn uit de relativiteitstheorie', *Natuurkundige Voordrachten. Voordrachten gehouden in de Maatschappij Diligentia te 's Gravenhage* 51 (1923) 92-93.

le werkelijkheid.<sup>11</sup> De werkelijkheid bestaat enkel uit gebeurtenissen met vierdimensionale intervallen ertussen. De door ons geconstrueerde opdeling in ruimte en tijd, is niet meer dan een cultuurgebonden conventie:

Het is met de werkelijkheid als met het brood dat de bakker ons levert: al zullen wij het niet anders dan in boterhammen gesneden nuttigen en genieten, dat is niet de eigenschap van het brood. Het broodsnijden is een locale gewoonte. Er zijn naties die het brood nooit snijden, alleen breken!<sup>12</sup>

In de relativiteitstheorie wordt de lengte van het vierdimensionale interval dat twee gebeurtenissen van elkaar scheidt doorgaans gedefinieerd als de wortel van het verschil van het kwadraat van de ruimtelijke afstand en het kwadraat van het met de lichtsnelheid vermenigvuldigde tijdsverschil. Zijn de twee gebeurtenissen het uitzenden en het elders ontvangen van een lichtsignaal dat zich door de lege ruimte voortplant, dan bezit het interval een lengte nul. Zoals Fokker het formuleerde: 'Het uitzenden en ontvangen van ... een lichtstraal is een interval nul. Een verdere hypothese is, dat alle onderlinge werking van lichamen in vacuo overgebracht wordt langs intervallen nul.'<sup>13</sup> De vierdimensionale intervallen zijn volgens Fokker de werkelijke intervallen tussen de gebeurtenissen. Als dit interval een grootte nul heeft, dan zijn de gebeurtenissen niet gescheiden maar maken ze rechtstreeks contact. Fokker vatte dit zeer letterlijk op:

Is gescheiden zijn door een interval nul nog gescheiden zijn? Of kunnen wij met een ietwat geforceerde spreekwijze zeggen dat gescheiden zijn door een interval nul is niet-gescheiden zijn? Een ster uit den Melkweg, die wij zien, localiseeren wij op een afstand van 900 parsec, drieduizend jaar geleden. Maar het interval is nul. De ster was niet alleen drieduizend jaar geleden ginder, maar zij is ook nu nog, en hier.<sup>14</sup>

Door dit zogenaamde 'seincontact' zijn in Fokkers wereldbeeld geen velden nodig om werkingen op afstand te verklaren. Seincontact wil zoveel betekenen als direct contact. Vanuit het vierdimensionale perspectief hoeft er dus geen werking op afstand verklaard te worden, waardoor het mogelijk is 'tot een puntdynamica te komen ... die zich niet bedient van beschouwingen aangaande een veld. In zulk een puntdynamica wordt geen energie of hoeveelheid van beweging uitgestraald of ontleend aan een veld.'<sup>15</sup> Fokker zette aldus vraagtekens bij het bestaan van gravitatievelden en ontkende het bestaan van de ether en de elektromagnetische velden.<sup>16</sup> Licht is geen elektromagnetisch veldverschijnsel, maar direct contact tussen twee gebeurtenissen. Vanuit dit perspectief wordt duidelijk wat hij in zijn proefschrift bedoelde met de stelling, dat men geen reëel bestaan moet toekennen aan het licht.

Uitzgezonden licht is een rechtstreeks contact met een gebeurtenis in de toekomst, net zoals ontvangen licht een seincontact met een gebeurtenis in het verleden is. Vanwege de symmetrie tussen verleden en toekomst, bezit het interval nul algemene reciprociteit, een zeer belangrijk begrip in Fokkers wereldbeeld. Waar actie is, is aan de keerzijde reactie.

11 A.D. Fokker, *Relativiteitstheorie* (Groningen 1929) 54.

12 A.D. Fokker, *Natuurkundige concepties van buitennatuurkundig belang*, inaugurele rede Leiden (Leiden 1928) 2.

13 *Ibid.*, 6.

14 *Ibid.*, 7.

15 A.D. Fokker, 'Wederkeerigheid in de werking van geladen deeltjes', *Physica* 9 (1929) 36, 42.

16 Eerste stappen in deze richting worden gezet in A.D. Fokker, 'De localiseering der electromagnetische energie', *Werken van het Genootschap ter Bevordering van Natuur- Genees- en Heelkunde te Amsterdam Tweede Serie*, 9 (1918) 327-334.



Volgens Fokker betekent dit ook dat, waar het verleden de toekomst beïnvloedt, er tevens een tegenovergestelde beïnvloeding is van het verleden door toekomstige gebeurtenissen. Het is bij causale samenhang niet nodig te spreken van een eerdere toestand, de oorzaak, die een latere toestand, het gevolg, veroorzaakt. Het volstaat te zeggen dat twee toestanden met elkaar verbonden zijn. Causale samenhang is daardoor niets meer dan 'eenvoudigweg samenhang'.<sup>17</sup>

#### *Causaliteit en determinisme*

Deze opvatting over causaliteit sloot aan bij die van Fokkers tijdgenoten. Inderdaad vond omstreeks het begin van het interbellum de betekenisverandering van het begrip causaliteit plaats waarvan Fokker in zijn proefschrift gewag maakte. De traditionele oorzaak-gevolgrelatie werd veelal vervangen door een mathematische relatie, in termen van een functie.<sup>18</sup> Fokker verbond hieraan evenwel onverwachte en verregaande consequenties. In zijn Leidse oratie van 1928, met de veelzeggende titel *Natuurkundige concepties van buiten-natuurkundig belang*, keerde hij zich in existentialistisch aandoend proza tegen een deterministische interpretatie van dit functionele verband:

Vanwege de algemene reciprociteit in de natuurkunde kan men van interval nul de wederkerigheid verwachten ... In het verleden ligt het heden, in het nu, wat komen zal. Wij kunnen ook de keerzijde zeggen: in het heden lag het verleden, in wat komen zal het nu... Dit verscherpt de causaliteit. Hetgeen er geschiedende is, wordt niet alleen bewerkt door hetgeen er tevoren geschied is, maar bovendien door de ontwikkeling die de latere geschiedenis zal nemen. Door deze dubbelzijdig geklonken geslotenheid der causaliteit wordt het determinisme opgeheven ... De gewaande ketenen en dwangbuis der causaliteit zijn niet meer dan de formules, die trachten uit te drukken dat er, en welk verband er is tusschen de gebeurtenissen ... De causaliteit is tweesnijdend. Ze snijdt het eenzijdige determinisme stuk niet minder dan zij het een eenzijdige voorzienigheidsgeloof doet. Er is maar één geschiedenis, het heelal gebeurt maar ééns, en niet anders dan zoals het gebeurt. Er is maar één Lot. Er is geen loterij met loten, wij maken deel uit van maar één, onverwisselbaar onherhaalbaar lot. Wat zouden wij bij dat lot gaan denken hetzij aan noodlot, hetzij aan lotsbestiering? Dat zou de helft weglaten.

Fokker pleitte dus niet voor een meer gebruikelijke vorm van indeterminisme. Zijn punt is niet dat de toestand van een systeem op een bepaald moment meerdere opties open laat voor de toestand van datzelfde systeem op een later tijdstip, maar dat het onmogelijk is deze van elkaar los te maken en de ene te zien als het gevolg van de andere. Zijn holistische visie op de wereld laat een dergelijke scheiding niet toe. Het is het samenhangende geheel dat de delen bepaalt, en niet andersom. Een jaar na zijn Leidse oratie benadrukte hij dit punt nog eens in een artikel over 'geloof en natuurwetenschap':

Als men aan het begin van het voorval staat, kan men niet weten, wat voor voorval men voor zich heeft. Men heeft de ontplooiing van het voorval af te wachten. Toch, wanneer in verband daarmee, moderne schrijvers wel eens nadrukkelijk gewagen van eene ongedetermineerdheid, dan kan men toestemmen dat het begin niet bij machte is het einde te bepalen, maar dan moet men niet daarbij denken,

17 A.D. Fokker, *Filosofie in de natuurkunde*, voordrachten in Teylers Stichting ('s-Gravenhage 1949) 122.

18 G.J.L. Scheurwater, *Oorzaak en gevolg. Causaliteitsdiscussies in Nederland in de tweede helft van de 19<sup>de</sup> eeuw* (Delft 1999) 13.

dat er geen samenhang of verband zou zijn in het voorval. Veeleer is er juist die samenhang, waardoor het voorval een elementair geheel is, en waarin men evenzeer het verleden door de toekomst, als de toekomst door het verleden bepaald mag achten, evenzeer het links door het rechts, als het rechts door het links. Indien men bij zulk een samenhang van causaliteit wil spreken, dan moet het zijn dat de causaliteit verscherpt is, van een éézijdige in een bepaalde richting, tot een alzijdige. Men kan daaraan toevoegen dat door die verscherping der causaliteit juist het determinisme, dat is het eenzijdig bepaald zijn door het verleden, is opgeheven in het alzijdige bepaald zijn door het eigen geheel zelf.<sup>19</sup>

Ook in latere populaire verhandelingen verwoordde hij zijn opmerkelijke opvattingen over causaliteit en kende hij een haast metafysische betekenis toe aan de intervallen nul, 'die de aanwezigheid van het afwezige betekenen, en de tegenwoordigheid van verleden en toekomst' en waarin we 'zonder moeite een beeld zien voor de alom aanwezige altijd tegenwoordige onbegrensde eeuwigheid Gods'.<sup>20</sup>

Hoe serieus hij de onlosmakelijke samenhang van verleden en toekomst is blijven nemen, komt pregnant naar voren in een in 1955 aan Einstein geschreven brief. Daarin stelde hij de vraag:

warum wir nur vergangener Ereignisse erinnern, und nicht auch der nachkommenden? Ist das biologisch bedingt? Was ist denn davon der Lebenszweck? War der Seher Tiresias ein Mensch bei dem diese biologisch bedingte Hemmung ungenügsam wirkte, sodass er daher auch die in die andere Richtung weisenden Intervallen-null erlebte?<sup>21</sup>

Deze opmerkelijke vragen kwamen direct voort uit zijn aloude opvattingen, zoals moge blijken uit een andere passage. Fokker beschrijft er wederom het interval nul als een sein-contact:

Intervall null heisst Trennung null, das heisst Kontakt! Und wirklich kennt die Theorie Wirkungskontakte mit retardierten und avanzierten Potentialen, oder mittels emittierter und absorbierter Quanten! So wie die Newtonsche Gravitation eine Fernwirkung war, so begegnen wir in dieser Auffassung einem Fernkontakt, einem Telekontakt. Wirkungswechsel mit Übertragung von Impuls und Energie quantenmässig sogar ohne Abschwächung wegen Entfernung. In der alten Auffassung stellt man sich Felder vor mit der kritischen Geschwindigkeit, weil man sich die Fernwirkung nur als Fortpflanzung von Nähwirkung erklärt.<sup>22</sup>

Einstein reageerde na vijf dagen met een afwijzende brief op het voorstel van Fokker. Hij schreef de relativiteitstheorie het liefst te zien opgaan in een geünificeerde veldentheorie. 'Dann aber gibt es nicht "Dinge" und "Wechselwirkung" zwischen diesen, sondern eben nur "Felder"'.<sup>23</sup> Fokker liet zich hierdoor echter niet ontmoedigen. In latere werken noemde hij het interval nul een 'nu-hier-straal', het ontvangen licht een 'verre-raking' ofwel *telethigma*, en het uitgezonden licht een 'greep in de verte', een *telehapsis*.<sup>24</sup>

19 A.D. Fokker, 'Geloof en natuurwetenschap', *De Smitse* 4 (1929) 295.

20 Fokker (n. 17), *Filosofie in de natuurkunde*, 101-102.

21 Fokker aan Einstein 14-02-1955, Museum Boerhaave Leiden, Archief A.D. Fokker inv. nr. 267 e.

22 *Idem*.

23 Klomp (n. 5), *De relativiteitstheorie in Nederland*, 60.

24 A.D. Fokker, *Tijd en ruimte, traagheid en zwaarte. Chronogeometrische inleiding tot Einsteins theorie* (Zeist 1960).



*Geavanceerde en geretardeerde potentialen*

Dat het Fokker ernst was met zijn buitenissige opvattingen blijkt tevens uit het feit dat hij bestaande theorieën wilde aanpassen om deze meer in overeenstemming te brengen met zijn visie. Gegeven een systeem van rustende en bewegende elektrische ladingen, dan stellen Maxwells elektrodynamische vergelijkingen de fysicus in staat om voor ieder punt van de ruimte de bijbehorende potentialen te bepalen op elk willekeurig tijdstip. Wiskundig gezien is er voor elke plaats en tijd een dubbele oplossing. De zogenaamde *geretardeerde* potentiaal in een bepaald punt wordt vastgelegd door de toestanden van elders aanwezige ladingen op *vroegere* tijdstippen, zodanig dat al deze toestanden gescheiden worden van plaats en tijdstip van de te bepalen potentiaal door, in de woorden van Fokker, intervallen nul. Maar evenzo bestaat er een oplossing waarbij de potentiaal wordt vastgelegd door de toestand van diezelfde ladingen op een *later* tijdstip, de zogeheten *geavanceerde* potentiaal. Op grond van traditionele causaliteitsoverwegingen zijn fysici gewoon deze laatste oplossingen als zijnde 'onfysisch' te negeren. Zo niet Fokker.

Reeds in 1921 stelde Fokker voor om tevens de geavanceerde potentialen op te nemen in de fysische beschrijving van elektrodynamische systemen. Het artikel waarin hij dit deed was getiteld 'Stationaire elektronenbewegingen zonder stralingsweerstand'.<sup>25</sup> Fokker suggereerde hier dat zijn voorstel een probleem in de quantumtheorie van Bohr zou kunnen oplossen. Volgens Bohrs atoomtheorie van 1913 bewegen elektronen in cirkelbanen rond een massieve, positief geladen kern. Volgens de klassieke elektrodynamische theorie zou een dergelijke periodieke beweging gepaard moeten gaan met de uitzending van straling. Daarbij zouden de elektronen voortdurend aan energie verliezen en al spoedig door de kern worden ingevangen. Om dit ongewenste effect te voorkomen postuleerde Bohr dat, in weerwil van de klassieke theorie, elektronen in zogeheten stationaire toestanden geen energie verliezen. Stralingsuitwisseling vindt enkel plaats bij de sprongsgewijze overgang van het elektron van de ene stationaire toestand naar de andere.

Fokker nu meende te kunnen verklaren waarom een elektron in een stationaire toestand geen straling uitzendt. Hiertoe combineerde hij in zijn beschrijving van het atomaire systeem geretardeerde en geavanceerde potentialen. Door voor de werkelijke potentiaal het gemiddelde van beide te kiezen, verdwenen volgens Fokker die termen die corresponderden met het stralingsverlies. Fokker legde echter niet uit hoe deze elegant ogende oplossing zich verhiel tot Bohrs quantumtheorie van de straling, die ten grondslag lag aan de succesvolle verklaring van de spectrafrequenties van het waterstofatoom.

Na zijn benoeming in 1928 als opvolger van Lorentz in Leiden werkte Fokker zijn wetenschappelijke ideeën over de algemene reciprociteit in de fysica nader uit. De inaugurele rede *Natuurkundige concepties van buitennatuurkundig belang* kan worden gezien als een programmatische uiteenzetting.<sup>26</sup> De geretardeerde en geavanceerde potentiaal werden, als interval nul, geïntegreerd in het vierdimensionale systeem van de speciale relativiteitstheorie. De Nederlandstalige, Duitstalige en Franstalige wetenschappelijke artikelen die na de benoeming verschenen, waren een pleidooi voor een fysisch wereldbeeld waarin de werkelijkheid enkel bestond uit deeltjes (of liever gebeurtenissen) met relativistische intervallen ertussen, gekenmerkt door algehele reciprociteit.<sup>27</sup>

25 A.D. Fokker, 'Stationaire elektronenbewegingen zonder stralingsweerstand', *Physica* 1 (1921) 109.

26 Fokker (n. 12), *Natuurkundige concepties*.

27 A.D. Fokker, 'Wederkerigheid in de werking van geladen deeltjes', *Physica* 9 (1929) 33-42; 'Ein invarianter Variationssatz für die Bewegung mehrerer elektrischer Massenteilchen', *Zeitschrift für Physik* 58 (1929) 386-393;

Fokker noemde twee voordelen van deze aanpak. Ten eerste wees hij op de aldus gereali-seerde Lorentzinvariantie van de wisselwerking tussen deeltjes. Hierdoor was Lorentz' elektronentheorie 'in overeenstemming [gebracht] met de eischen der relativiteitstheorie'. In de tweede plaats maakte de introductie van geavanceerde potentialen het mogelijk dat de werking op afstand in de fysica werd afgeschaft zonder dat men zich diende te bedie-nen van 'beschouwingen aangaande een veld'.<sup>28</sup> Met het elektromagnetische veld verloor tevens het licht, immers niets anders dan een periodieke verstoring in dat veld, haar bestaansrecht.

Hoewel Fokkers theoretische voorstel geen navolging vond, stond hij niet geheel alleen in zijn pogingen de fysica te ontdoen van velden middels het gebruik van geavanceerde potentialen. De Nederlandse fysicus Tetterode lijkt onafhankelijk van Fokker op dezelfde gedachte te zijn gekomen. Later hebben de Amerikaanse fysici Feynman en Wheeler deze optie uitgewerkt in de hoop andere met causaliteit samenhangende problemen in de quantumtheorie te kunnen oplossen.<sup>29</sup> In Fokkers geval hing deze aanpak echter nauw samen met zijn holistische en tijdsymmetrische visie op de werkelijkheid, waarbij materie noch velden, en tijd noch ruimte op zich werkelijkheidswaarde toekwam.

### *Levensfilosofie*

Het lijkt wellicht enigszins heikel om Fokkers wereldbeeld te voorzien van het stempel 'levensfilosofisch'. Er zijn geen *directe* aanwijzingen dat Fokker zich aangetrokken voelde of beïnvloed was door de Duitse of Franse wijsgeren die doorgaans met dat etiket getooid worden. Toch is er een groot aantal elementen in Fokkers visie op de fysica en de werke-lijkheid te vinden die het gebruik van de term legitimeren. 'Levensfilosofie' is geen nauw omschreven begrip, maar doorgaans wordt het gekenmerkt door de volgende karakteris-tieken: een afkeer van het met de moderne natuurwetenschappen geassocieerde weten-schappelijk naturalisme en een waardering voor de ongeanalyseerde directe menselijke ervaring, aanschouwing of intuïtie. In de praktijk ging dit gepaard met een negatieve houding ten aanzien van abstracte analyse, reductionisme, determinisme en materialisme, en een nadruk op holisme, vrijheid, en op de tijd – of liever de *tijdservaring* – als het leven bepalende elementen. Aldus gezien kan de 'levensfilosofie' in één lijn worden geplaatst met het voorafgaande Duitse historisme, waarbij de Duitse filosoof Dilthey fungeert als verbindende schakel. Andere voorlopers of vroege vertegenwoordigers zijn diens landgenoot Husserl en de Franse filosoof Bergson.

Op het eerste gezicht vormen bovengenoemde karakteristieken een regelrechte ontken-nig van de fysica en zeker de theoretische fysica die Fokker vertegenwoordigde. Maar in de specifieke accenten die Fokker legde in zijn fysisch wereldbeeld kunnen we deze ken-merken zonder al te veel moeite terugvinden. Zoals we hebben gezien ontnam Fokker de fysische werkelijkheid haar materiële karakter door de nadruk te leggen op vierdimen-sionale *gebeurtenissen*, die gezamenlijk de werkelijkheid uitmaken. Gebeurtenissen, die zoveel dichter bij de ervaring liggen dan ruimtelijke materiële objecten, vormen de ware substantie van Fokkers relativistische wereld. Ook in de quantumfysica vond hij aanwij-zingen voor de 'ontstoffelijking der materie'. Hij vergeleek het quantummechanische

'Théorie relativiste de l'interaction de deux particules chargées', *Archives du Musée Teyler, Haarlem* 3/7 (1931) 176-182.

<sup>28</sup> Fokker (n. 27), 'Wederkeerigheid', 42.

<sup>29</sup> J.A. Wheeler en R.P. Feynman, *Reviews of Modern Physics* 17 (1945) 157, met verwijzingen naar Fokker en Tetterode.



beeld van het atoom met een 'dans', een 'bewegingswijze' zonder materieel substraat: 'De straling met het kwantum heeft ons de stoffelijkheid doen overwinnen.'<sup>30</sup>

Fokkers visie kan mede beschouwd worden als een rehabilitatie van de tijd of liever de tijdservaring. Waar de statische driedimensionale ruimte als de traditionele grondslag van de fysica had gefungeerd, benadrukte Fokker de tijdservaring als een essentieel onderdeel van de werkelijkheid: 'Het elementaire feit [is] een voorval, een proces ... Wij leven in het fundamentele mysterie van den tijdstroom.'<sup>31</sup> De mens, karakteriseert hij als 'geworteld en groeiende in de vloeiende werkelijkheid van ons voorbij stromende levensgebeuren'.<sup>32</sup> Het dynamische, procesmatige karakter van de werkelijkheid, de *beleefde* werkelijkheid, vormde een centraal element in het denken van Bergson. Volgens Fokker was het loslaten van de veronderstelde realiteit van een driedimensionale wereld 'de eerste stap op den weg ter vervulling van de taak de verschijnselen dynamisch, als geheel, te begrijpen, inplaats van als stuksgewijze compilatie van opeenvolgende statische toestanden'.<sup>33</sup>

Dat brengt ons onmiddellijk op het holistische karakter van Fokkers wereldbeeld. De werkelijkheid is een concrete, eenmalige geschiedenis, maar deze wordt niet, zoals in de klassieke fysica, bepaald door één momentane wereldtoestand in het verleden of in de toekomst. Een dergelijke toestand is niet eens eenduidig vast te leggen vanwege de relativiteit van het begrip gelijktijdigheid. Alleen de totale geschiedenis legt het geheel vast. Niet toevallig liet Fokker zich in soortgelijke termen uit over de mens: 'Wij gebeuren als een geschiedenis. Niemand zal ons ten volle kennen, die niet onze historie ten einde toe kent. Onze persoon is pas volledig bij ons sterven'.<sup>34</sup> Het is verleidelijk hierin een op het individu toegepaste echo te zien van Diltheys bekende uitspraak: 'Was der Mensch sei, erfährt er nur aus der Geschichte, [aus] der Entwicklung. In ihr entfaltet sich der Mensch'.<sup>35</sup>

Fokker zag in deze totaliteitsvisie een ontkenning van het klassieke causaliteitsdenken en daarmee een bevrijding van de 'gewaande ketenen en dwangbuis' van het determinisme. Interessant in dit verband is dat Fokkers eigen causaliteitsopvatting gezien kan worden als een synthese van de oude opvatting en de teleologische opvatting die een proces verklaart vanuit haar eindbestemming. De Duitse historicus Spengler, een van de meest prominente en invloedrijke vertegenwoordigers van de levensfilosofie, zag in de lotsbeschikking de werkelijke antithese van het Faustische, de *abendländische* cultuur kenmerkende causaliteitsbegrip. Deed een terugkeer naar een teleologische geschiedschrijving al wenkbrauwen fronsen, een herintroductie van teleologische principes in de fysica was ondenkbaar. Fokkers stelling dat het heden medebepaald werd door de toekomst kwam daar desalniettemin dicht bij. Zoals we hebben gezien gaf Fokker door de introductie van geavanceerde potentialen een specifieke fysische uitwerking aan deze gedachte.

Fokkers causaliteitsopvatting vormt niet het enige denkbare raakvlak met Spenglers opvattingen. Ook Fokkers eerder geciteerde opmerking over de cultuurbepaaldheid van

30 Fokker (n. 12), *Natuurkundige concepties*, 15; 'Over te betwijfelen evidenties', *Het Kouter* 1 (1936) 20; *Filosofie in de natuurkunde* ('s Gravenhage 1949) 130.

31 A.D. Fokker, 'Relativistische studie: proeve van antwoord aan prof. dr. G. Heymans', *De Gids* 86 (1922) IV, 249; geciteerd in Klomp (n. 5), *De relativiteitstheorie*, 56.

32 Fokker (n. 17), *Filosofie in de natuurkunde*, 101-102.

33 Fokker (n. 31), 'Relativistische studie', 267; geciteerd in Klomp (n. 5), *De relativiteitstheorie*, 57.

34 Fokker (n. 30), 'Over te betwijfelen evidenties', 14.

35 W. Dilthey, *Allgemeine Geschichte der Philosophie. Vorlesungen 1900-1905* in: Dez., *Gesammelte Schriften*, Bd. XXIII (Göttingen 2000) 162.

de klassieke ruimte- en tijdsnoties doen Spengleriaans aan. In zijn *Untergang des Abendlandes* behandelt Spengler wetenschappelijke opvattingen als cultuurgebonden uitingen van een specifieke beschaving. Hij beschouwt beschavingen als organismen die een cyclisch patroon doorlopen van opkomst, bloei en ondergang. Aangezien de Westerse beschaving zich in haar ondergangsfase bevond, gold datzelfde voor de Westerse wetenschap. Schijnbare tijdloze zekerheden (opvattingen over tijd, ruimte en causaliteit) zouden plaats maken voor nieuwe inzichten en aldus hun cultuurgebondenheid duidelijk etaleren.

Opmerkelijk, tenslotte, is de wijze waarop Fokker een op het oog abstracte en esoterische theorie als de relativiteitstheorie consequent verbindt met directe aanschouwelijkheid. Zijn sterke nadruk op gebeurtenissen kwam voort uit het belang dat hij hechtte aan nauw aan de beleavingswereld en de ervaring gerelateerde begrippen. Ook zijn redevoeringen waarin hij, ten overstaan van een breed publiek, met proeven demonstreerde hoe de algemene relativiteitstheorie zich op directe wijze uit de ervaring liet abstraheren, getuigen daarvan.<sup>36</sup> Als docent en voorzitter van een landelijke onderwijscommissie was hij sterk gekant tegen een formele, axiomatische presentatie van fysische theorieën als in zichzelf gesloten systemen. Onderwijs diende aanschouwelijk te zijn en zo veel mogelijk aan te sluiten bij de directe ervaring.

Als velen in zijn tijd kende Fokker een bevrijdende werking toe aan de relativiteitstheorie. Het was immers deze theorie die de natuurkunde, maar ook de wijsbegeerte, had bevrijd van het keurslijf van de klassieke evidenties betreffende ruimte en tijd, de Newtoniaanse bewegingswetten, en de al even onbetwifelbare gravitatie-theorie van Newton. Aan ons kenvermogen toegeschreven kantiaanse zekerheden waren bezweken onder druk van de corrigerende ervaring. Ervaring en empirisme impliceerden contingentie en daarmee vrijheid. In Fokkers woorden:

Men moet evidenties bijwijken wantrouwen. Soms verspert het geloof aan een evidentie ons de weg tot dieper inzicht. Dan is het zaak om die evidentie, hoe nuttig ook en onontwikkbaar in haar beperkte geldigheid, toch te zien in haar beperktheid, bekrompenheid, welhaast achterlijkheid, en te trachten met ons denken daaruit vrij te komen.<sup>37</sup>

### *Tijdgenoten*

Fokker was in Nederland uitzonderlijk in de ontwikkeling van een wijsgerig-fysische totaalvisie, een visie die bovendien haar weerslag vond in zijn natuurkundige theorievorming. Maar in zijn wijsgerige belangstelling stond hij als fysicus allerm minst alleen. Dat constateerde ook Hendrik Antoon Kramers, de in 1934 in Leiden benoemde hoogleraar in de theoretische fysica, getuige de inleiding van zijn oratie:

Sterker dan men het in vele jaren heeft kunnen zien, wordt er in de moderne vakliteratuur en in de moderne leerboeken 'gefilosoferd'. Men moet bijna 100 jaren teruggaan, vóór we een dergelijk verschijnsel weer vinden. Dat was in de tijd der romantiek, toen vooral Germaansche onderzoekers hun

36 A.D. Fokker, 'Zwaarte en traagheid', *Voordracht Bataafsch Genootschap der Proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam, Verslag der voordrachten 2* (1924) 207-211; 'Schoolproeven als inleiding tot Einsteins gravitatie-theorie', *Physica 4* (1924) 149-155; 'Proeven over zwaarte en traagheid', *Handelingen van het Nederlandsche Natuur- en Geneeskundig Congres gehouden te 's-Gravenhage 20* (1925) 162-164.

37 Fokker (n. 30), 'Over te betwijfelen evidenties', 23.



vak-technische geschriften met metaphysische beschouwingen doorspekten ... En in onze tijd wemelt het van de beschouwingen over causaliteit, determinisme, over de tegenstelling objectief-subjectief en wat al niet.<sup>38</sup>

De romanticus Kramers paste overigens zelf goed in het tijdsbeeld. Ook Kramers bleek in de vroege jaren twintig, toen hij in Kopenhagen aan Bohrs atoomtheorie werkte, maar al te bereid het determinisme van de klassieke fysica prijs te geven.<sup>39</sup>

Het ligt voor de hand om deze filosofische belangstelling in verband te brengen met de toenmalige omwentelingen in de grondslagen van de fysica, met name die met betrekking tot de quantummechanica. Toch levert dit geen afdoende verklaring. De Nederlandse natuurkundigen die zich tijdens het interbellum mengden in wijsgerige discussies hadden reeds voor de oorlog blijk gegeven van deze belangstelling, en in sommige gevallen ook al voor Einsteins eerste aanzetten tot de relativiteitstheorie. De Amsterdamse fysici Kohnstamm en Van der Waals jr. volgden in de jaren negentig van de voorafgaande eeuw de colleges van de neo-kantiaanse filosoof Bellaar Spruyt. Na zijn overlijden zouden zij gezamenlijk zijn werk uitgeven.

Ook jonge Leidse fysici werden gegrepen door de filosofie. De eerder genoemde Clay was al vroeg in de ban geraakt van de Leidse geweldenaar Bolland. Ook bewoog hij zich in de filosofische kringen rond Frederik van Eeden. Daar treffen we tijdens de oorlog tevens een andere leerling van de Lorentz, namelijk de Utrechtse fysicus Ornstein, daar geïntroduceerd door de wiskundige Brouwer.<sup>39</sup> Jongere Leidse natuurkundestudenten als Coster en Burgers zochten hun heil veeleer in het socialisme. De brede culturele belangstelling die Kramers tijdens zijn studie etaleerde deed zijn Leidse leermeester Ehrenfest zelfs twijfelen aan zijn geschiktheid voor een wetenschappelijke carrière.<sup>41</sup>

In het interbellum vinden wij al deze bevlogen geesten terug op de toen nog schaarse Nederlandse fysicaleerstoelen.<sup>42</sup> Clay, Van der Waals jr. en Kohnstamm golden in diezelfde tijd als serieuze gegadigden voor wijsgerige leerstoelen.<sup>43</sup> Kohnstamm bepleitte onmiddellijk na de oorlog de opname van een hoofdvak wijsbegeerte binnen de Amsterdamse faculteit der wis- en natuurkunde.<sup>44</sup> Kramers zou zich later sterk maken voor de instelling van een leerstoel in de methodologie en filosofische analyse van de exacte wetenschappen.<sup>45</sup>

Tijdens en na de oorlog keerden met name Van der Waals jr., Kohnstamm en Clay zich tegen de kantiaanse opvatting van causaliteit als een noodzakelijk verband tussen oorzaak en gevolg.<sup>46</sup> In het geval van de eerste twee speelden vergelijkbare motieven als bij Fokker een rol. Zo constateerde Van der Waals jr. dat de oude causaliteitsopvatting onverenigbaar was met het idee van de morele verantwoordelijkheid, en dus niet te combineren met een ethische filosofie. De fysicus Philipp Abraham Kohnstamm, greep om soortgelijke redenen elke kans aan om de these van het strikt deterministische karakter van de fysica te ontkrachten. Ook hij had al voor de oorlog zijn twijfels uitgesproken over

38 H.A. Kramers, 'Natuurkunde en natuurkundigen', *Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde* 1 (1934) 241-262.

39 H. Radder, 'Kramers and the Forman theses', *History of Science* 21 (1983) 172-173.

40 D. van Dalen, L.E.J. Brouwer: *Een biografie* (Amsterdam 2001).

41 M. Dresden, H.A. Kramers, *Between tradition and revolution* (New York 1987) 92-94.

42 Kohnstamm, Van der Waals jr. en Clay in Amsterdam, Ornstein en Kramers in Utrecht (Kramers vanaf 1934 in Leiden), Burgers in Delft, Coster in Groningen.

43 Van Dalen (n. 40), Brouwer, 378.

44 *Ibid.*, 254.

45 Dresden (n. 41), Kramers, 496. Een dergelijke leerstoel is uiteindelijk in Utrecht gerealiseerd. De eerste hoogleraar in dit onderzoeksgebied was J.B. Ubbink, een leerling van Kramers.

46 Scheurwater (n. 18), *Oorzaak en gevolg*, 279-281.

het aloude causaliteitsdogma en ook hij meende aan de fysica zelf argumenten te kunnen ontlelen voor dit standpunt. Bij Kohnstamm vormden zijn wijsgerige inslag, tezamen met zijn politiek engagement en zijn bekering tot het Christendom in 1914, de grondstoffen voor zijn later ontwikkelde wijsgerig-pedagogische doctrine, het *personalisme*.<sup>47</sup>

Het is overigens goed denkbaar dat de oudere Kohnstamm Fokker in wijsgerige zin beïnvloed heeft. Beide fysici onderhielden een geregeld contact. Niet alleen deelden zij een grote belangstelling voor onderwijskundige zaken, zij waren bovendien door familiebanden met elkaar verbonden: Kohnstamm was Fokkers zwager. Het is mede daarom gerechtvaardigd wat langer stil te staan bij Kohnstamms aanhoudende verzet tegen het determinisme. Al in zijn oratie van 1908, getiteld *Determinisme en natuurwetenschap*, keerde hij zich tegen het determinisme onder verwijzing naar de vrije wil.<sup>48</sup> In zijn in 1916 gepubliceerde 'Ontwikkeling en onttroning van het begrip natuurwet' liet hij evenmin twijfels bestaan over zijn diepere drijfveren. Een principieel doorgevoerd determinisme maakte de mens tot een machine, een visie die Kohnstamm bestempelde als een 'naturalistische nachtmerrie'.<sup>49</sup> Het was, zoals hij later nogmaals benadrukte, het determinisme dat 'de persoonlijkheid vernietigt'. Want deze 'bestaat alleen zolang zij nieuwe, verrassende kanten kan ontwikkelen'.<sup>50</sup>

Maar de fysica leverde in zijn ogen geen ondersteuning voor het determinisme. Haar wetten waren hetzij slechts bij benadering geldig (de wet van Boyle en, zoals nu gebleken was, Newtons bewegingswetten), hetzij enkel vrijheidsbeperkend (de wet van behoud van energie) en in beide gevallen niet-determinerend. Zijn uiteindelijke conclusie was dat

wij gedwongen worden ... naast de abstractie aan de concreetheid, naast het algemeene aan het individuele, naast de natuurwet aan de constellatie, naast natuurwetenschappelijk aan historisch denken, naast causaliteit aan doelmatigheid, naast noodzakelijkheid aan persoonlijkheid een plaats te geven in onze wereldbeschouwing.<sup>51</sup>

Of zoals hij het enkele jaren later formuleerde: 'In de vrijheid ligt het eenmalige, historisch individuele, altijd nieuwe en onverwachte, kortom, het leven zelf'.<sup>52</sup>

Later vond hij ook in de relativiteitstheorie argumenten tegen het determinisme. Hiervoor ging hij te rade bij Fokker en aan hem ontleende hij de visie van het primaat van 'de kennis van het vier-dimensionale tijd-ruimte geheel' die niet geput kon worden uit een momentane 'driedimensionale ruimtelijke gegevenheid'. De relativiteitstheorie had, aldus Kohnstamm, geleid tot de rehabilitatie van de 'Tijd', die hij rekende tot het 'Wezen van den Mensch'.<sup>53</sup> Vertonen Fokkers geschriften duidelijke raakvlakken met de vigerende levensfilosofie, Kohnstamms geschriften zijn ervan doortrokken. Door de overlap in beider gedachtegoed, geven Kohnstamms meer openlijke belijdenissen een extra ondersteuning aan bovenstaande duiding van Fokkers werk.

47 Een uiteenzetting van het personalisme is te vinden in: Ph. Kohnstamm, *Het waarheidsprobleem. Grondleggende kritiek voor het christelijk waarheidsbewustzijn*. Schepper en schepping. Een stelsel van personalistische wijsbegeerte op bijbelschen grondslag I (Haarlem 1926).

48 Ph. Kohnstamm, *Determinisme en natuurwetenschap* (Amsterdam 1908).

49 Ph. Kohnstamm, 'Ontwikkeling en onttroning van het begrip natuurwet', *Synthese* 3 (1916) 80.

50 Ph. Kohnstamm, 'Over natuurwetten, wetmatigheid en determinisme', *Onze eeuw* 22 (1922) 312, 334.

51 Kohnstamm (n. 49) *Ontwikkeling en onttroning*, 131.

52 Kohnstamm (n. 50), 'Over natuurwetten', 336.

53 Kohnstamm (n. 47), *Het waarheidsprobleem*, 293-294, 318.



Een wijsgerige, of zelfs levensfilosofische inslag was overigens niet voorbehouden aan de fysici. Forman zelf verwijst naar het intuïtionisme van de wiskundige Brouwer, dat in Duitsland veel aanhang verwierf als een welkom alternatief voor het formalisme.<sup>54</sup> Brouwer, met zijn sterke hang naar mystiek, zag de wiskunde als nauwer verwant aan psychologie, filosofie en zelfs theologie dan aan de op de materiële wereld gerichte natuurwetenschappen.<sup>55</sup> Brouwers latere Amsterdamse collega Mannoury vervulde een centrale rol in de eerder genoemde filosofische kring waarin overigens ook Brouwer actief was. En ook in de Nederlandse levenswetenschappen vinden we aanwijzingen voor een levensfilosofische oriëntatie. Theunissen heeft eerder gewezen op de holistische denkbeelden die in het interbellum leefden onder morfologen en zoölogen. Zo keerde Jan Boeke, de Utrechtse hoogleraar in de histologie en embryologie, zich tegen de 'analytische en materialistische' traditie van de voorgaande eeuw, die te weinig oog had voor de 'harmonie' in de natuur.<sup>56</sup>

Voor zover deze aanwijzingen indicatief zijn voor een wijd verbreide houding onder Nederlandse natuurwetenschappers, dan spoorde deze houding met die onder de Nederlandse filosofen. Evenals in Duitsland tenderden ook hier de dominante wijsgerige stromingen naar een anti-intellectualistisch karakter. Ook zij baseerden zich veelal op de intuïtie en richtten zich nadrukkelijk op de metafysische grondslagen van het leven.<sup>57</sup> Inhoudelijk werd de Nederlandse wijsbegeerte in het interbellum vooral geïnspireerd door de existentiële filosofie van Heidegger, en de daarmee verwante levensfilosofie van Jaspers, Scheler en Hartmann.<sup>58</sup> Volgens de filosoof Casimir, die rond 1940 terugkeek op de ontwikkelingen in de voorafgaande periode, vormden deze stromingen een reactie op de Eerste Wereldoorlog en de crisis die hierop volgde.<sup>59</sup>

Het interbellum was voor het Nederlands wijsgerig leven sowieso een bijzonder vruchtbare periode.<sup>60</sup> De wijsbegeerte was in deze tijd veel meer dan enkel een academische aangelegenheid. Er werden door het hele land op grote schaal filosofische cursussen gegeven, waar levensbeschouwelijke en maatschappelijke vraagstukken aan de orde kwamen. Klaarblijkelijk was een preoccupatie met wijsgerige vragen niet voorbehouden aan wetenschappers, maar gold dit fenomeen tal van Nederlandse intellectuelen.

### *Wetenschap, filosofie en religie*

Natuurlijk zal de oorlog gevoelens van onzekerheid hebben opgeroepen en daarmee hebben bijgedragen aan het filosofisch klimaat in het interbellum. Maar wie meent dat de oorlog in dit opzicht een belangrijke cesuur vormde, komt bedrogen uit. Ook voor de oorlog vertoonden veel Nederlandse intellectuelen een afkeer van naturalistische en materialistische levensbeschouwingen. Deze ontwikkeling hing nauw samen met het seculariseringsproces dat eind negentiende eeuw in een versnelling was geraakt. Rond de

54 Forman (n. 2), 'Weimar culture', 60-61.

55 Van Dalen (n. 40), *Brouwer*, 465.

56 B. Theunissen, 'Jan Boeke en de harmonie van het organisme. Een case-study van de totaliteitsidee in de 20<sup>ste</sup>-eeuwse Nederlandse biologie', *Tijdschrift voor de Geschiedenis der Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek* 11 (1988) 58-74.

57 F. Sassen, *Wijsgeerig leven in Nederland in de twintigste eeuw* (Amsterdam 1947) 26-27.

58 C. Struyker Boudier, 'Wijsgerig leven in Nederland in de 20<sup>ste</sup> eeuw. Een eerste overzicht', *Geschiedenis van de Wijsbegeerte in Nederland* 9 (1998) 20.

59 R. Casimir, *De wijsbegeerte in Nederland in de 20<sup>ste</sup> eeuw* (s.a. [ongeveer 1940]).

60 H. Krop, 'Filosofie als levensleer. De spinozistische en hegelsche beschouwingswijze in het interbellum', *Geschiedenis van de Wijsbegeerte in Nederland* 9 (1998) 27.

eeuwwisseling hadden velen zich van de traditionele religie afgewend. De behoefte aan spiritualiteit en zingeving nam echter eerder toe dan af. Van uiteenlopende wijsgerige stromingen werd verwacht dat ze de rol van de kerk bij de beantwoording van de levensvragen zouden overnemen. Mede daardoor ontstond er een nauwe band tussen levensbeschouwing en filosofie.<sup>61</sup> Een bijkomend aspect was een toenemend bewustzijn van een proces van maatschappelijke fragmentatie. De vooroorlogse jaren vormden hoe dan ook een bloeitijd voor synthetische, zin- en betekenisverschaffende bewegingen als spinozisme, hegelianisme, utopisme, socialisme, christen-anarchisme, spiritisme, boeddhisme, theosofie en vegetarisme, oftewel Romeins 'kleine geloven'.<sup>62</sup>

De natuurwetenschap werd een belangrijke rol toegedicht in het ondermijnen van zowel de traditionele religie als, meer algemeen, elke denkbare vorm van spiritualiteit. Darwins afstammingsleer, de fysisch-chemische analyse van levensverschijnselen, de wet van behoud van energie en de mechanistische atoomtheorieën hadden in de laatste halve eeuw krachtig bijgedragen aan een naturalistisch en mechanistisch wereldbeeld dat volgens velen geen ruimte meer liet voor een scheppende of sturende kracht in de natuur of voor andere niet-materiële manifestaties. Het was tevens in deze periode dat de natuurwetenschap in toenemende mate haar stempel begon te drukken op de maatschappij. De elektrisering van de samenleving, de opkomende chemische industrie en nieuwe medische technologieën droegen bij aan wat wel gekarakteriseerd wordt als een tweede industriële revolutie, die gepaard ging met de nodige maatschappelijke verschuivingen.

Deze ontwikkelingen brachten uiteenlopende reacties teweeg. Tegenover een door de wetenschappelijke successen gevoed vooruitgangsgeloof<sup>63</sup> stond een golf van kritiek die eind negentiende eeuw heel Europa overspoelde. De wetenschap werd bankroet verklaard: zij had niet de zegeningen gebracht die van haar werden verwacht, maar vooral bijgedragen aan de snelle verstedelijking, die de mens had vervreemd van de natuur en de gemeenschap; zij bood geen zicht op diepere waarheden, maar ondersteunde een eenzijdige causale en materialistische beschouwing en ondermijnde daarmee de religie en de moraal.<sup>64</sup> Hoewel de gemoederen hier niet zo hoog opliepen als in sommige andere landen, werd ook hier de wetenschap door velen beticht van eenzijdigheid en blindheid voor het hogere, het mysterie.<sup>65</sup> Toch was er geen sprake van een volledige afwijzing van de wetenschap. Spirituele en occulte bewegingen presenteerden zichzelf maar al te graag als 'wetenschappelijk'. De gedachte was dan ook veeleer dat de wetenschap haar blik diende te verruimen, door bijvoorbeeld meer open te staan voor het immateriële, het doelmatige en langs intuïtieve weg verkregen waarheden en inzichten.<sup>66</sup>

Een voorbeeld van deze laatste visie vinden we in de eerder genoemde kring rond de schrijver-arts Van Eeden. Zoals we hebben gezien maakten ook wetenschappers deel uit

61 Redactie, 'Ter inleiding', *Geschiedenis van de Wijsbegeerte in Nederland* 9 (1998) 3-7.

62 J. Romein, *Op het breukvlak van twee eeuwen* (Amsterdam 1976) 631-651. Romein wijst hier op de destijds innige relatie tussen spiritualiteit en socialisme.

63 Voor dit onder Nederlandse wetenschappers wijd verbreide vooruitgangsgeloof en de daarmee samenhangende beheersingsideologie, zie B. Theunissen, 'Nut en nog eens nut': *Wetenschapbeelden van Nederlandse natuuronderzoekers, 1800-1900* (Hilversum 2000) 141-148, 162-163, 177.

64 R. Macleod, 'The "bankruptcy of science" debate: the creed of science and its critics, 1885-1900' *Science, Technology and Human Values* 7 (1982) 2-15.

65 M. Kemperink, *Het verloren paradijs* (Amsterdam 2001) 207-220.

66 F. Huisman, 'Wie geneest. De strijd om de culturele autoriteit in de Nederlandse gezondheidszorg' in: F. van Lunteren, B. Theunissen en R. Vermij ed., *De opmars van deskundigen: souffleurs van de samenleving* (Amsterdam 2002) 109-114.



van dit tamelijk losse verband. Wat zij deelden was niet zozeer een duidelijke maatschappelijke of wijsgerige visie. Wat het wel was komt wellicht het best naar voren in Van Eedens pleidooi voor de oprichting van een internationale academie voor wijsbegeerte. Deze moest zijn

waarlijk vrij, dat wil zeggen niet onder den invloed van een of andere sekte of partij, maar volstrekt universeel, de eenheid zoekende in alle godsdiensten en de natuurwetenschap aanvullend en verdiepend met al die functies van den menschelijken geest die tot nog toe aan de Westersche universiteiten niet methodisch wordt beoefend. Dus ook mystiek en occultisme, filosofie der godsdiensten en der z.g. schone kunsten. En dit alles in onmiddellijk verband met het praktische leven.<sup>67</sup>

De hier beschreven ontwikkelingen drukten onmiskenbaar hun stempel op de generatie natuurwetenschappers die rond de eeuwwisseling opgroeide en studeerde. Zij bieden geen verklaring voor de specifieke opvattingen die zij later zouden ventileren, maar zij maken hun preoccupatie met wijsgerige, levensbeschouwelijke vragen wel begrijpelijk. Ook wordt duidelijk waarom velen van hen zich reeds vóór de oorlog over dergelijke kwesties uitspraken. Daarbij richtten zij zich met name tegen één bepaalde gezaghebbende stroming, die meerdere kwaden in zich verenigde. Dit was de leer van de Groningse filosoof-psycholoog Gerard Heymans.

De wijd verbreide drang naar een synthese van het materiële en het geestelijke vond niet alleen bevrediging in een herlevend spinozisme, maar ook in tal van monistische systemen. Haeckels 'Wereldziel' vond zijn Nederlandse tegenhanger in Heymans' *psychisch monisme*. Volgens deze leer maken alle kennende subjecten deel uit van één groot wereldbewustzijn en zijn ook alle door hen waargenomen processen in de buitenwereld uiteindelijk van psychische aard. De natuurwetten vormen slechts een weerspiegeling van de wetten van het bewustzijn en het is aan de psycholoog om deze wetten in kaart te brengen. Volgens Heymans waren deze wetten van strikt logische aard, leverden zij een onderbouwing van tal van kantiaanse evidenties, en determineerden zij de bewustzijnstoestanden op onverbidelijke wijze. Zo lieten zij geen ruimte voor een werkelijk vrije wil.<sup>68</sup>

De fysicus Lorentz mocht dan gecharmeerd zijn van Heymans verklaring van de opmerkelijke parallellie van externe verschijnselen en door de menselijke geest voortgebrachte theorieën,<sup>69</sup> de hier beschouwde vertegenwoordigers van een latere generatie natuurkundigen keerden zich krachtig tegen Heymans denkbeelden. Heymans' deterministische idealisme kwam hen even dor en verstikkend voor als het verfoeide materialisme. Het miskende het open karakter van de empirische wetenschap, was ten diepste antireligieus, en schraagde bovendien een conservatieve maatschappijvisie, gegrond in tijdloze en ontwijfelbare zekerheden.

Het was dan ook Heymans' opvatting van causaliteit waartegen Clay, Van der Waals jr., Kohnstamm en Fokker zich in de eerste plaats keerden. In een aantal gevallen resulteerde dit in een polemiek met de Groningse filosoof. Dat het hen daarbij niet enkel om de verdediging van hun discipline ging moge inmiddels duidelijk zijn, zeker in het licht van

67 F. van Eeden, geciteerd in H.W. Schmitz, 'Hogeschool, academie of school? De signifi en de oprichting van de Internationale School voor Wijsbegeerte' in: A.F. Heijerman en M.J. van der Hoven ed., *Filosofie in Nederland: de Internationale School voor Wijsbegeerte als ontmoetingsplaats 1916-1986* (1986) 14.

68 Klomp (n. 5), *De relativiteitstheorie*, 71-80.

69 B. Theunissen en H. Klomp, 'H.A. Lorentz' visie op wetenschap', *Gewina* 21 (1998) 1-14.

Lorentz' bijval voor Heymans. Dat de relativiteitstheorie sommigen van hen de nodige munitie verschafte staat buiten kijf, maar de implicaties die zij aan de theorie ontleenden gingen verder dan in de ogen van menig vakgenoot geoorloofd was.

*Fokker en de Formanthese*

De oorlog gaf een nieuwe en krachtige impuls gaf aan bovengenoemde sentimenten. Dat gold opvallend genoeg zowel de in wetenschappelijk vooruitgangsgeloof gefundeerde technocratische idealen,<sup>70</sup> als de afkeer van het met diezelfde natuurwetenschappen geassocieerde materialisme en determinisme. Er zijn wat betreft dit laatste aspect duidelijke parallellen te bespeuren tussen de door Forman beschreven situatie in de Weimarrepubliek en de situatie in Nederland. Anders dan Duitsland was Nederland niet direct na de oorlog in een economische en politieke crisis beland. Maar het gevoel van ontredde dat met name Midden-Europese intellectuelen en kunstenaars in zijn greep kreeg, liet zich ook in Nederland gelden. Nu door de oorlog duidelijk was geworden hoe verwoestend de moderne technologie kon zijn, werd het wantrouwen jegens de exacte wetenschappen verder versterkt. Nederlandse natuurwetenschappers en wiskundigen zoals Kohnstamm en Dijksterhuis signaleerden in de vroege jaren twintig ook in eigen land een anti-intellectuele tijdgeest, evenals trouwens een wat moedeloze Heymans.<sup>71</sup> Huizinga vroeg zich af of de universiteit, als laatste bolwerk van de Westerse beschaving, zich niet beter kon afschermen van de maatschappij.<sup>72</sup>

Het cultuurpessimisme dat na de oorlog de kop opstak was niet van korte duur. Het zou zijn hoogtepunt bereiken in de jaren dertig na de wereldwijde crisis en de machts-overname in Duitsland. De voornaamste Nederlandse vertolker was diezelfde Huizinga met zijn dieppessimistische *In de schaduwen van morgen* van 1935. Maar tal van andere schrijvers volgden hem in deze toonzetting, niet zelden blijk gevend van een Spengleriaanse invloed.<sup>73</sup> Het was ook in deze periode dat Carel Willink zijn door de *Untergang des Abendlandes* geïnspireerde onheilszwangere doeken schilderde.<sup>74</sup>

De Nederlandse natuurkundigen hadden intussen alle reden om zich bezorgd te maken over hun imago. Enerzijds vereiste het onderzoek van toenemende aantallen universitaire onderzoekers steeds meer geld, anderzijds vroegen de nog sneller stijgende studenten-aantallen om nieuwe carriërepatronen voor wetenschappers en versterking van de reeds bestaande, die vooral gelegen waren binnen het onderwijs. De fysica diende aldus haar praktische betekenis te accentueren en zich tegelijkertijd te ontdoen van een materialistische bijklank. Zoals ook al voor de oorlog was gebleken manifesteerde een afkeer van materialisme zich tot in de hoogste politieke kringen.<sup>75</sup> De naoorlogse minister van Onderwijs, de voormalige predikant J.T. de Visser, bestond het in 1921 om Kohnstamms kennelijk verkeerd begrepen plannen voor een wijsgerige leerstoel binnen de bètafaculteit als volgt te ondersteunen:

<sup>70</sup> Zie bijv. H. Lintsen en R. Vermij, 'Ingenieurs en het streven naar technocratie', in Van Lunteren e.a. (n. 66), *De opmars*, 89-98.

<sup>71</sup> Klomp (n. 5), *De relativiteitstheorie*, 9-10, 87.

<sup>72</sup> *Ibid.*, 11.

<sup>73</sup> F. Ruiter en W. Smulders, *Literatuur en moderniteit in Nederland 1840-1990* (Amsterdam 1996) 213-214.

<sup>74</sup> D. Hupkes, *Donkere wolken boven het avondland: Willink als vertolker van Spenglers ondergangsfilosofie* (Baarn 1989).

<sup>75</sup> Huisman (n. 66), 'Wie geneest', 110.



Het is mij namelijk gebleken dat in de laatste tijd een natuurwetenschappelijke studie is opgekomen, speciaal in de fysica, die meer dan tot op heden, als ik het zo noemen mag, op de psyche van planten en dieren de nadruk wil gelegd zien, en die dus, om in de terminologie van de tegenwoordige tijd te blijven, tegenover een eenzijdige materialistische richting een meer ideële richting ook op het gebied van de fysica tot haar recht tracht te doen komen.<sup>76</sup>

Nederlandse fysici toonden zich tijdens het interbellum uiterst bewust van de noodzaak van het creëren van een maatschappelijk draagvlak voor hun vakgebied. De Utrechtse hoogleraar experimentele fysica Ornstein benadrukte het belang van wetenschap voor technologische en industriële ontwikkeling en onderhield intensieve contacten met deze sectoren.<sup>77</sup> Leiden, dat nauwe banden onderhield met het Philips Natuurkundig Laboratorium, creëerde een bijzondere leerstoel voor Holst, de directeur van dit laboratorium. Aldus konden studenten zich oriënteren op een mogelijke loopbaan in de industrie.<sup>78</sup> Dergelijk eigenbelang neemt niet weg dat deze nieuwe oriëntatie mede ingegeven was door een authentiek maatschappelijk engagement dat de wetenschappelijke blik naar buiten dwong.

Ook de theoreticus Fokker maakte zich sterk voor de belangen van de Nederlandse fysica. Begin jaren twintig nam hij het initiatief voor de oprichting van een Nederlands tijdschrift voor natuurkunde, *Physica* genaamd. Daarnaast toonde hij zich zeer actief in de in dezelfde tijd opgerichte Nederlandse Natuurkundige Vereniging, waarvan hij jarenlang het voorzitterschap vervulde. Als voorzitter van een landelijke commissie voor het natuurkundeonderwijs streed hij voor de modernisering van dit onderwijs en voor het onderbrengen van het mechanicaonderwijs bij de natuurkunde. Tegelijkertijd probeerde ook hij bruggen te slaan naar de maatschappij. Zo beijverde hij zich krachtig voor de popularisering van de natuurkunde. Zoals hij meermaals benadrukte achtte hij het 'haast een levensbelang ... voor onze wetenschap, dat de ontwikkelde leeken medeleven met de uitkomsten en den gedachtengang der natuurkunde'.<sup>79</sup> Popularisering was in zijn ogen dan ook 'een onafwijsbare plicht ter instandhouding van de levensvoorwaarden voor de wetenschap, voor zover die niet op het technische gericht is'.<sup>80</sup> Fokkers talrijke populariserende voordrachten en geschriften hadden doorgaans betrekking op de relativiteitstheorie en zijn daarmee verknoopte wereldbeeld. Daarmee maakte hij dankbaar gebruik van de grote publieke belangstelling voor Einsteins werk in de jaren twintig.

Fokkers ontvankelijkheid voor een kritische houding ten aanzien van de natuurwetenschappen kwam duidelijk naar voren in de inleiding van een reeks populaire voordrachten die de betekenis van de wetenschap voor de maatschappij dienden te illustreren. Deze bijeenkomsten vonden eind 1939 plaats in Teylers Stichting, vlak na het uitbreken van de oorlog. Refererend aan het op de natuurwetenschappen gebaseerd vooruitgangsgeloof van Van Marum, confronteerde hij zijn gehoor met de volgende vragen:

76 J.T. de Visser, geciteerd in Van Dalen (n. 40), *Brouwer*, 256.

77 H.G. Heijmans, *Wetenschap tussen universiteit en industrie: de experimentele natuurkunde in Utrecht onder W.H. Julius en L.S. Ornstein 1896-1940* (Rotterdam 1994) 117-137.

78 Het tevens door Fokker ondersteunde initiatief was afkomstig van Ehrenfest. Zie Ehrenfest aan Fokker, 3-10-1928, Archief Paul Ehrenfest, Museum Boerhaave, Leiden, inv.nr. esc:4, sectie 4; 'Verklaring der Hoogleraren der Natuurkunde', 12-12-1928, APE, esc:8, sectie 4.

79 A.D. Fokker, 'Boekbespreking J.D. van der Waals jr., *Over den wereldaether*', *Physica* 3 (1923) 62.

80 Klomp (n. 5), *De relativiteitstheorie*, 54-55.

Kunnen wij iets meer dan een glimlach over hebben voor de naïviteit van Van Marum's simplistische geestdrift? Zien wij niet een bankroet der wetenschap? ... Heeft de wetenschap den mens slechts tot overmoed gebracht ... Ligt de fout aan de wetenschap? Abstraheert zij teveel? Is ze blind voor wat zij niet begrijpen kan? Rationaliseert zij te naïef? Vergeet ze de menselijke hartstochten? De drift van het bloed?<sup>81</sup>

De indruk van twijfel en onzekerheid die in deze vragen doorklonk kon door het positieve eindoordeel over de wetenschap nauwelijks meer worden weggenomen.

Gezien zijn gevoeligheid voor de publieke erkenning van zijn vakgebied is het niet verbazend dat hij enige nadruk legde op die elementen in zijn wereldbeeld die aansloten bij door de intellectuele elite gekoesterde waarden. Maar dat impliceert allerm minst dat Fokker na de oorlog zwichtte voor de druk van een vijandige omgeving en zijn fysica aanpaste aan het vermeende 'intellectuele klimaat'. Zoals we hebben gezien veroorzaakte de oorlog geen daadwerkelijke breuk in de ontwikkeling van zijn fysische wereldbeeld. Hetzelfde kan worden gezegd over fysici als Van der Waals jr. en Kohnstamm. Hun polemieken met Heymans laaide niet na, maar tijdens de oorlog op, en de standpunten zelf waren niet nieuw.

Wat kunnen we uit dit alles concluderen? Forman komt ontegenzeggelijk de grote verdienste toe een betekenisvol verband te hebben gesignaleerd tussen een anticausale houding onder Duitse wetenschappers en specifieke culturele stromingen in de Weimarpubliek. In Nederland lijkt er sprake te zijn geweest van een soortgelijke resonantie binnen de wetenschappelijke gemeenschap. Formans suggesties werpen dan ook een verhelderend licht op het werk van Fokker. Zij maken het mogelijk om een dieper verband te signaleren tussen Fokkers uiteenlopende activiteiten en opvattingen. Omgekeerd biedt een vergelijking tussen de Duitse en de Nederlandse situatie de mogelijkheid om Formans stellingen aan een kritische toetsing te onderwerpen.

De tegenwerping van enkele critici dat de anticausale houding van de fysici uitsluitend zou zijn ingegeven door interne problemen binnen de atoomtheorie verliest aan kracht in het licht van de Nederlandse situatie. Hier speelde de atoomtheorie immers geen enkele rol in de beschouwde discussies. Het vergde so wie so een aardig staaltje mentale acrobatiek om uit een deterministische theorie als de relativiteitstheorie anticausale gevolgtrekkingen te putten.

Anderzijds komt in de Nederlandse situatie duidelijker naar voren dat de wortels van deze opstelling gezocht moeten worden in de periode voorafgaand aan de oorlog. Dit ondermijnt Formans claim van een *naoorlogse* capitulatie van fysici die zich *plotseling* geconfronteerd zagen met een vijandig intellectueel klimaat. Juist het feit dat de anticausale houding onder wetenschappers meer behelsde dan louter retoriek, maakt de stelling dat het hierbij primair ging om een reactie van wetenschappers op een vijandig cultureel klimaat ongeloofwaardig. Dat de oorlog een katalyserende werking had en wetenschappers ertoe bracht zich explicieter uit te laten over hun eigen opvattingen is onloochenbaar. Maar, zoals sommige critici terecht hebben opgemerkt, ook de door Forman beschouwde wetenschappers gaven in een aantal gevallen al vóór de oorlog blijk van twijfels ten aanzien van causaliteit.<sup>82</sup>

81 A.D. Fokker, 'Narede' in: H.R. Kruyt e.a., *De betekenis en de rol van de wetenschap in de maatschappij*. Zaterdagvoordrachten in Teylers Stichting te Haarlem op 18 en 25 november, 2 december 1939, met voor- en narede van A.D. Fokker ('s Gravenhage 1940) 111-112.

82 P.A. Hanle, 'Indeterminacy before Heisenberg: the case of Franz Exner and Erwin Schrödinger', *Historical Studies in the Physical Sciences* 10 (1979) 225-226.



Formans myopie op dit punt komt ironischerwijs voort uit zijn *eigen* behoefte aan een *causaal* verklaringsmodel. De verwerping van causaliteit door een aantal wetenschappers wordt aldus gereduceerd tot een defensieve reactie op een omslag in de houding van de Duitse culturele elites ten aanzien van de exacte wetenschappen, waarbij die omslag zelf weer een directe reactie vormt op het onverwachte verlies van de oorlog. Het is tekenend dat Forman openlijk blijk geeft van een gebrek aan sympathie voor de door hem veronderstelde 'capitulatie'. Het is echter twijfelachtig of de beschouwing van de door een groep wetenschappers gedeelde mentale uitrusting kan worden begrepen met behulp van zulke monocausale schema's. In het onderhavige geval reduceert deze aanpak een aantal geëngageerde wetenschappers tot marionetten. Het doet deze wetenschappers meer recht te te presenteren als creatieve geesten die, vanuit een gedeelde zorg om hun eigen vakgebied én de schaduwzijden van de moderniteit, trachten om zowel dat vakgebied als de omringende cultuur op hun wijze vorm te geven.

Formans verklaringsmodel lijkt te zeer ingegeven door een kunstmatige scheiding van wetenschap en cultuur, als twee gescheiden monolithische blokken, met elk zijn eigen vertegenwoordigers. Het miskent het gegeven dat wetenschappers deel uit maakten van belangrijke culturele forums en deelnamen aan de intellectuele debatten van hun tijd. Het miskent de culturele betekenis van theorieën als die van Darwin en Einstein en hun invloed op levensbeschouwelijke overtuigingen. En het miskent de zorgen die ook binnen de natuurwetenschappelijke gemeenschap bestonden over maatschappelijke processen en levensbeschouwelijke vragen, alsmede de betekenis daarvan voor de wijze waarop wetenschappelijke opvattingen geconcipieerd werden. Het is zinloos om in dit verband aan hetzij 'de wetenschap' hetzij 'de cultuur' een oorzakelijk primaat toe te kennen. De relativiteitstheorie droeg bij aan het wijdverbreide gevoel aan het einde van een tijdperk te staan, omgekeerd werd de interpretatie van de relativiteitstheorie beïnvloed door deze zelfde cultuurstemming. Het lijkt al met al juister om te constateren dat wetenschappers vanuit hun specifieke achtergrond reageerden op, en bijdroegen aan de cultuurstemming in zowel Duitsland en Nederland in de periode rond de Eerste Wereldoorlog.

## SUMMARY

### *Fokker's physical worldpicture: Dutch physics and philosophy in the interwar period*

During the early twenties the Dutch physicist Adriaan Daniël Fokker, erstwhile pupil of Lorentz and collaborator of Einstein, disseminated a view of nature that was firmly rooted in Einstein's theory of relativity. Fokker, however, vested the theory with a highly personal interpretation by giving ontological primacy to the four-dimensional space-time, and its basic elements, events. He consequentially downplayed the meaningfulness of matter as well as space and time taken separately. By highlighting the inextricable connection between past and future, as well as their symmetry, he believed to have liberated physics of 'the imagined chains and straitjacket' of causality. He presented his own view of causality as a synthesis of the older notion and teleology. His belief that future events are contributory to the present was reflected in his theoretical use of advanced potentials, which he believed to obviate the need for electromagnetic fields.

Fokker's specific views may have found little resonance among Dutch physicists, his interest in philosophy and his repudiation of causality were hardly singular at the time.

In many ways Dutch physicists conform to the picture that Paul Forman has given us of German physicists during the early years of the Weimar republic. Forman attributes their rejection of causality to a hostile intellectual climate and a resulting eagerness to incorporate the *lebensphilosophische* notions and values of the German cultural elites in their physics. Critics have contested his thesis by pointing to specific problems within atomic physics as internal reasons for a rejection of causality. A comparison of the Dutch and the German cases, however, tends to support Forman's view that these repudiations cannot fully be explained in this manner: atomic physics played no visible role in the Dutch questioning of causality, whereas expressions of *Lebensphilosophie* abound. On the other hand, as in the case of some German physicists, philosophical concerns among Dutch physicists, including the issue of causality, clearly antedate the interwar period. Expressions of such doubts are best understood as belonging to a general concern among Dutch intellectuals in the early twentieth century with the role of the 'living' and the 'spiritual' in an increasingly naturalistic and materialist world. The war did little more than magnify these concerns. Therefore, the views of these physicists are better seen as an integral part of a cultural movement than as a 'capitulation' to a suddenly hostile environment.